

# 使用済みエアコンからの ネオジム磁石回収技術開発と実証

平成26年10月17日

三菱マテリアル株式会社

資源・リサイクル事業本部 環境リサイクル事業部 循環システム推進部

パナソニックエコテクノロジー関東株式会社

# 三菱マテリアルの環境・リサイクルネットワーク

## 関連リサイクル拠点所在地 (Location of related recycling positions)

- 家電リサイクルプラント (Home Appliances Recycling Plants)
- 非鉄製錬所 (Smelter&Refinery)
- セメント工場 (Cement Plant)



我々は、資源循環型社会の実現を目指し、家電リサイクル工場・非鉄製錬所・セメント工場の間で、再生資源の物流ネットワークを構築しています。

We try to materialize the resource sustainable society by establishing the network of resource recycling among home appliances plants, smelter and refineries, and cement plants.

**中部エコテクノロジー㈱**  
(Chubu Eco Technology Co.,Ltd (CETEC))

● A-G

操業開始：2005年4月  
株 主：三菱マテリアル㈱、パナソニック㈱、三菱化学㈱  
処理対象：使用済み家電4品目

Open：April, 2005  
Stock holder：Mitsubishi Materials Co., Panasonic Co., Mitsubishi Chemical Co.  
Objectives：4 kinds of appliances and Office Equipments

**北海道エコリサイクルシステムズ㈱**  
(Hokkaido Eco Recycle Systems Co.,Ltd (HERS))

● B-G

操業開始：2001年4月  
株 主：三菱マテリアル㈱、日立製作所 他  
処理対象：使用済み家電4品目及びOA機器

Open：April, 2001  
Stock holder：Mitsubishi Materials Co., Hitachi Co., Others  
Objectives：4 kinds of appliances and Office Equipments

**横浜工場 セメント**  
(Yokozoe Plant Cement)

**岩手工場 セメント**  
(Iwate Plant Cement)

**青森工場 セメント**  
(Aomori Plant Cement)

**鉾田金属製錬㈱**  
(Hosokawa Metal refining Company Lead)

**生野事業所 錫**  
(Ikuno Plant Tin)

**直島製錬所 銅・貴金属**  
(Naoshima Smelter&Refinery Copper)

**小名浜製錬所 銅**  
(Onahama Smelting and Refining CO.,LTD Copper)

**東日本リサイクルシステムズ㈱**  
(East Japan Recycle Systems Corporation (E.J.R.S.))

● B-G

操業開始：2001年4月  
株 主：三菱マテリアル㈱ 他  
処理対象：使用済み家電 4品目及びOA機器

Open：April, 2001  
Stock holder：Mitsubishi Materials Co., Others  
Objectives：4 kinds of appliances and Office Equipments

**黒崎製錬 セメント**  
(Kurosaki-Production Sec. Cement)

**関西リサイクルシステムズ㈱ 第二工場**  
(Kansai Recycle Systems Corporation No.2 Plant)

● B-G

操業開始：2005年12月  
株 主：三菱マテリアル㈱、シャープ㈱ 他  
処理対象：使用済みテレビ

Open：December, 2005  
Stock holder：Mitsubishi Materials Co., Sharp Co., Others  
Objectives：TV set

**パナソニック エコテクノロジー関東㈱**  
(Panasonic Eco Technology Kanto Co.,Ltd (PETECK))

● A-G

操業開始：2005年6月  
株 主：三菱マテリアル㈱、パナソニック㈱  
処理対象：使用済み家電4品目

Open：June, 2005  
Stock holder：Mitsubishi Materials Co., Panasonic Co.  
Objectives：4 kinds of appliances and Office Equipments

**関西リサイクルシステムズ㈱**  
(Kansai Recycle Systems Corporation (KRSC))

● B-G

操業開始：2001年4月  
株 主：三菱マテリアル㈱、シャープ㈱ 他  
処理対象：冷蔵庫、洗濯機、エアコンの使用済み家電3品目

Open：April, 2001  
Stock holder：Mitsubishi Materials Co., Sharp Co., Others  
Objectives：Air Conditioner, Refrigerator, Washing Machine

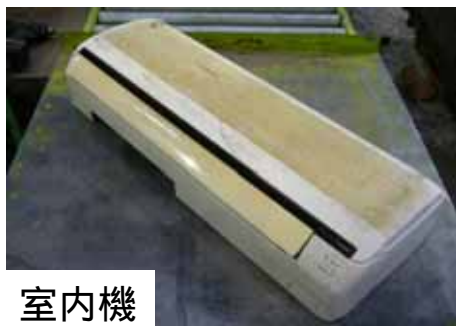
**九州工場 セメント**  
(Kyushu Plant Cement)

# 家電製品におけるネオジム磁石の使用状況(エアコン)

## 家庭用エアコン



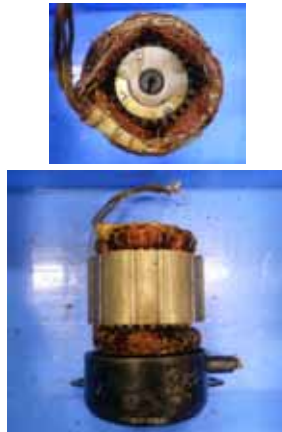
+



室外機に搭載されている  
コンプレッサ



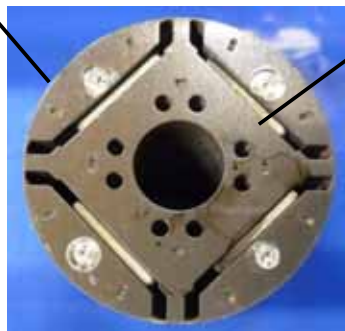
コンプレッサ内部



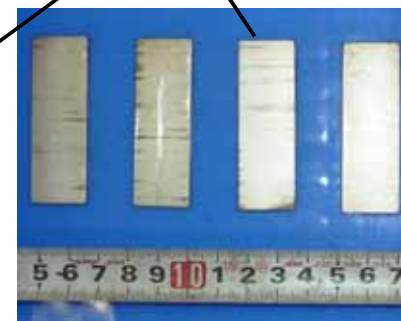
ロータ



珪素鋼板



ネオジム磁石

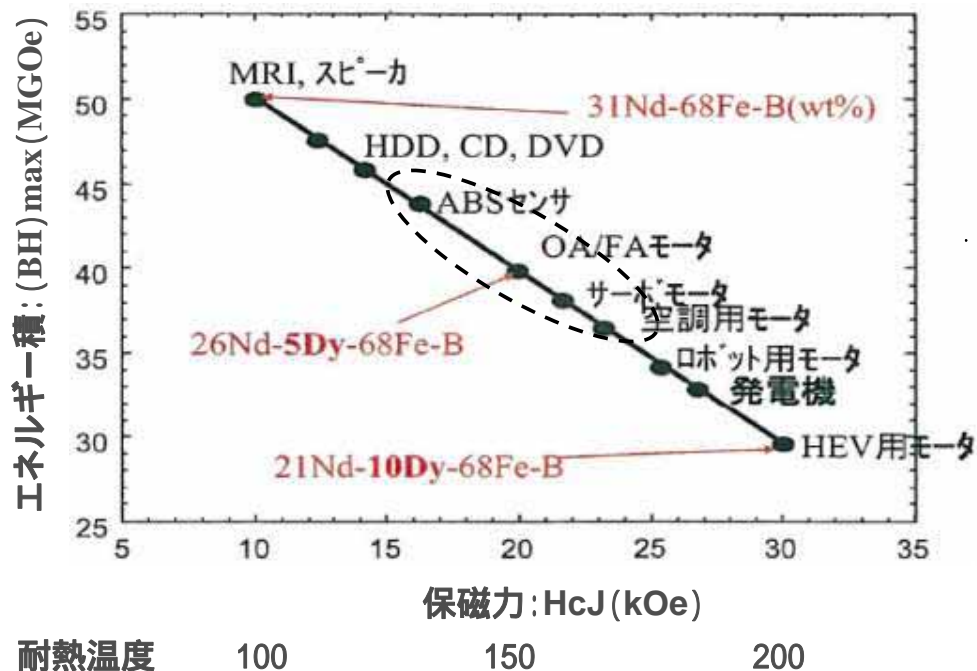


モータのロータ部にネオジム磁石が埋め込まれている

# 家電製品に使用されているネオジム磁石の組成

	定量分析値 (wt%)							
	Fe	B	Co	Cu	Nd	Pr	Dy	Tb
平均値	66	1	2	0	23	3	5	0
最大値	67.1	1.14	4.83	0.22	27.0	6.07	7.56	1.65
最小値	62.6	0.90	0.54	0.00	18.1	0.10	2.85	0.00

下記4元素がレアアース(RE)  
 Nd:ネオジム  
 Pr:プラセオジム  
 Dy:ジスプロシウム  
 Tb:テルビウム



Fe : 68 wt% (一部コバルトで置換)  
 B : 1 wt%  
 RE : 31 wt%  
 (うち、Nd+Pr : 26wt% Dy : 5wt%)

↓  
 左図中 点線範囲に該当

出典: 佐川真人氏 日本ボンド磁性材料協会  
 「30周年記念シンポジウム」講演資料

# エアコンのコンプレッサからのネオジム磁石回収プロセスフロー

## エアコンのコンプレッサからネオジム磁石を回収



コンプレッサ

シェルをカット



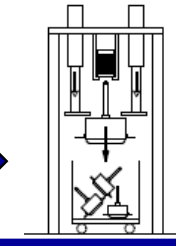
ステータを分離



ステータ ロータ+  
シェル下部



ロータ+シェル下部



ロータ分離装置

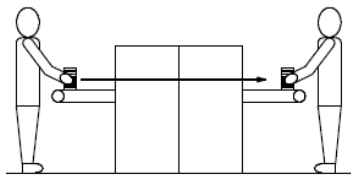


ロータ → 加熱脱磁炉へ

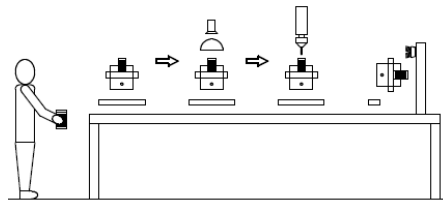
シェル下部 → 鉄系回収物



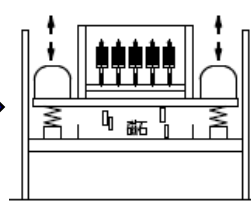
ロータ



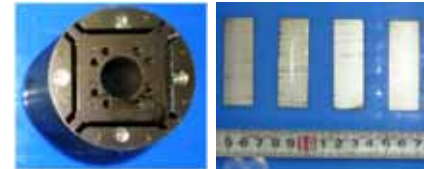
加熱脱磁炉



ロータ分解装置



磁石回収装置



鉄系回収物      ネオジム磁石

コンプレッサ1台から約90gの  
ネオジム磁石を回収

# 開発したネオジム磁石リサイクル実証試験設備

ロータ分離方法  
→油圧引抜方法

シェル下部 + ロータを  
油圧で引き抜くことで  
ロータとシェル下部を分離

脱磁方法  
→熱脱磁方法

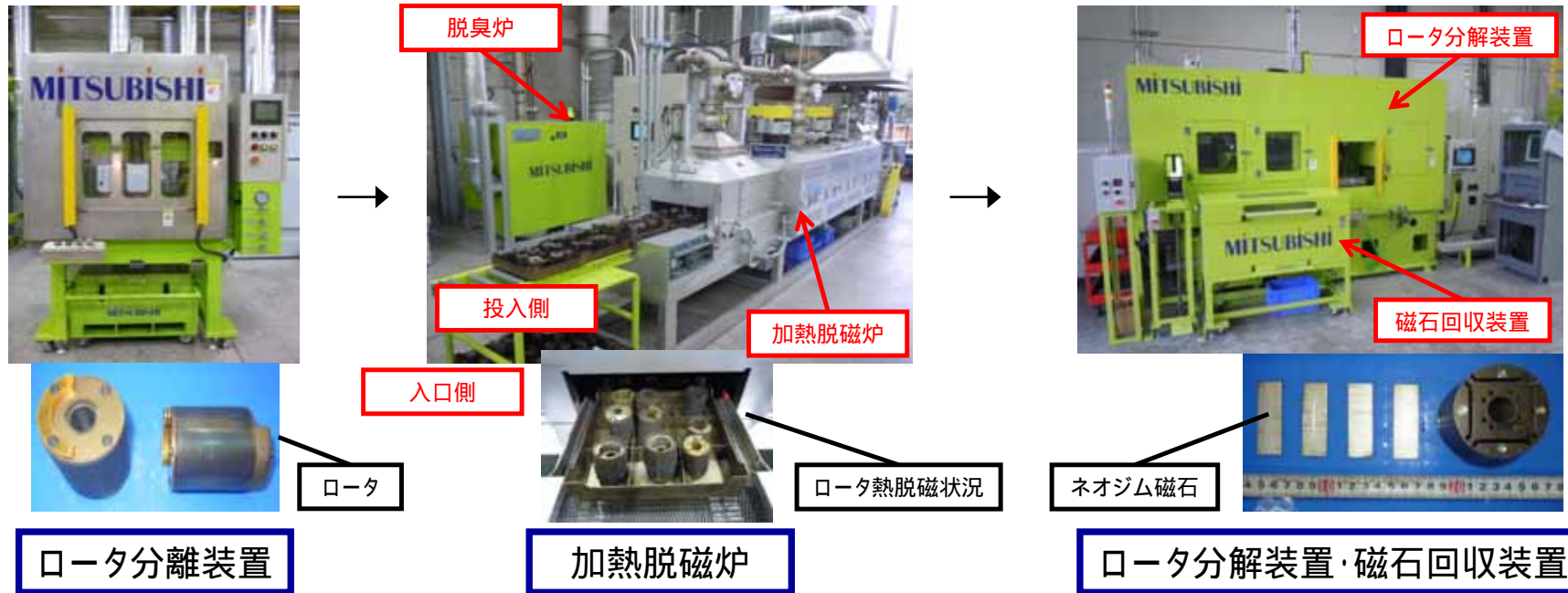
キュリー温度以上に加熱  
熱脱磁条件：400 以上(大気雰囲気)  
脱臭炉による排ガスの無害化

ロータ分解方法  
→ピン切削方法

画像処理でピン位置検出  
ピンの先端をドリルで切削  
押え板の取外し

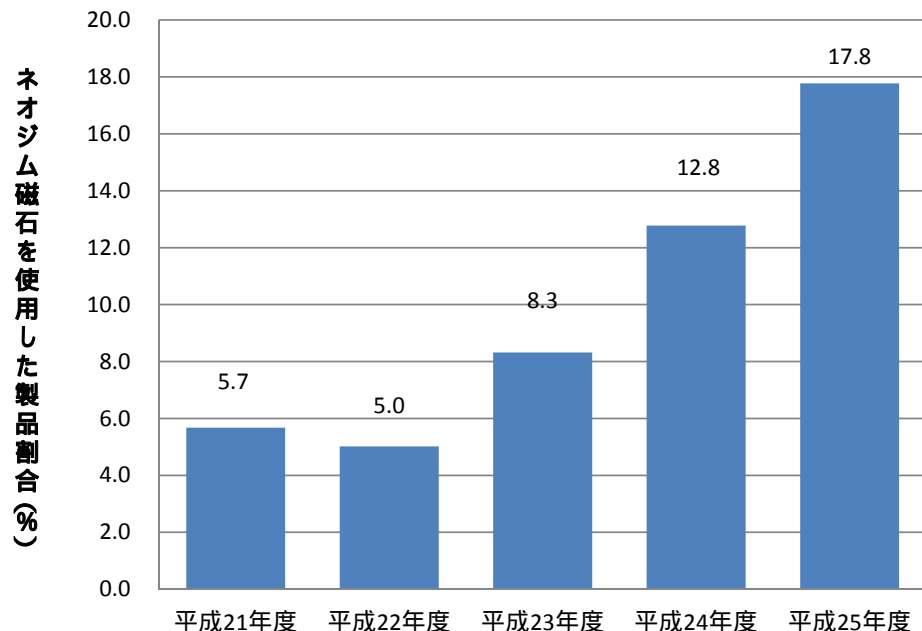
磁石回収方法  
→振動回収方法

振動による磁石回収方法  
珪素鋼板と磁石を  
分離して回収



# 使用済みエアコンにおけるネオジム磁石使用比率調査結果

家電リサイクル工場で再商品化処理(リサイクル処理)されているエアコンに関して、ネオジム磁石の使用比率調査を実施



	A 調査期間中に 再商品化処理 されたエアコン (台)	B Aのうち、 ネオジム磁石を 使用したエアコン (台)	B/A ネオジム磁石を 使用した 製品の割合 (%)
平成25年度 調査結果	9,276	1,649	17.8

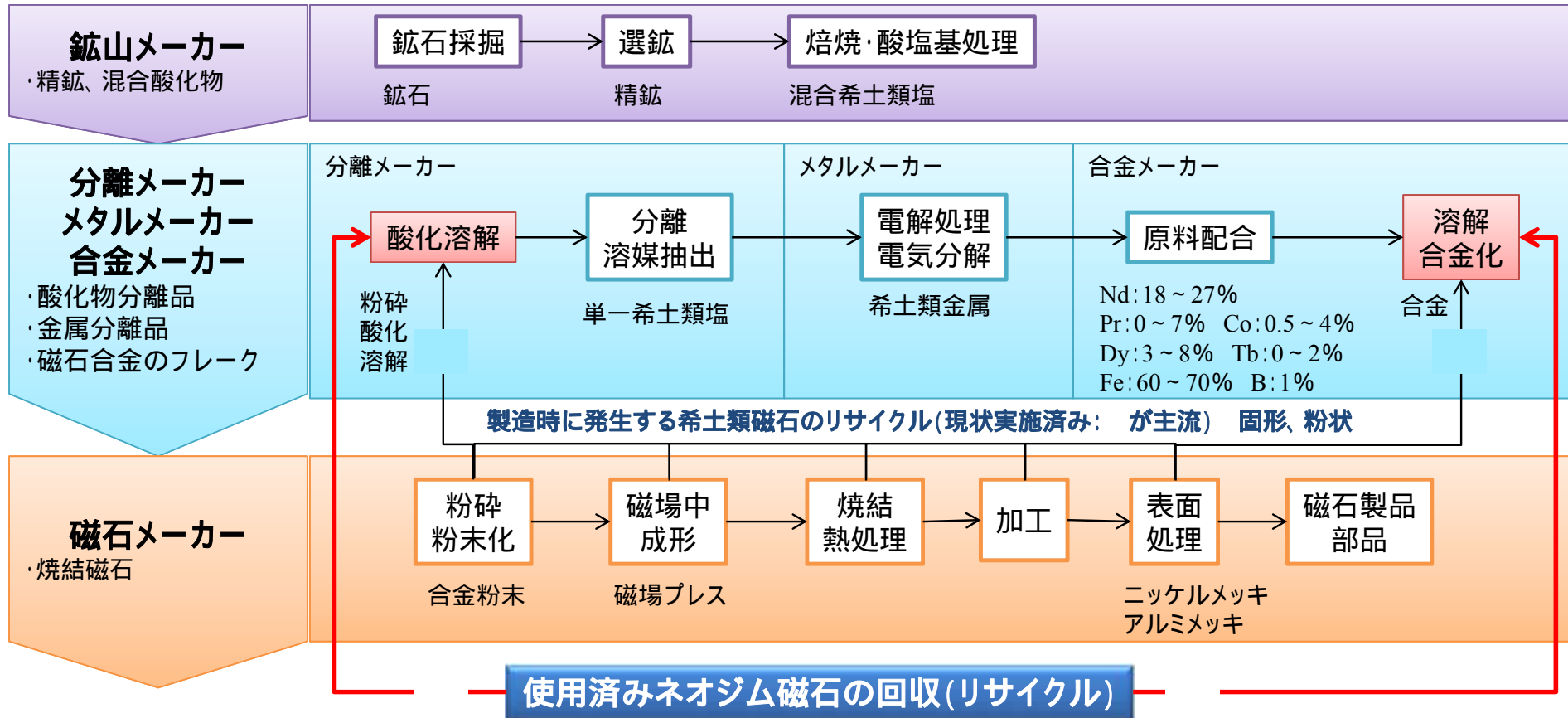
## エアコン

平成25年度現在 →

- ・使用済みエアコンのうちの約18%にネオジム磁石が使用されている
- ・冷媒種類R410Aを使用している比較的新しい省エネルギー型のエアコンにネオジム磁石を使用しているものが多い

今後は、ネオジム磁石を使用した製品の普及が進んでいることから、使用比率が増加するものと予想される

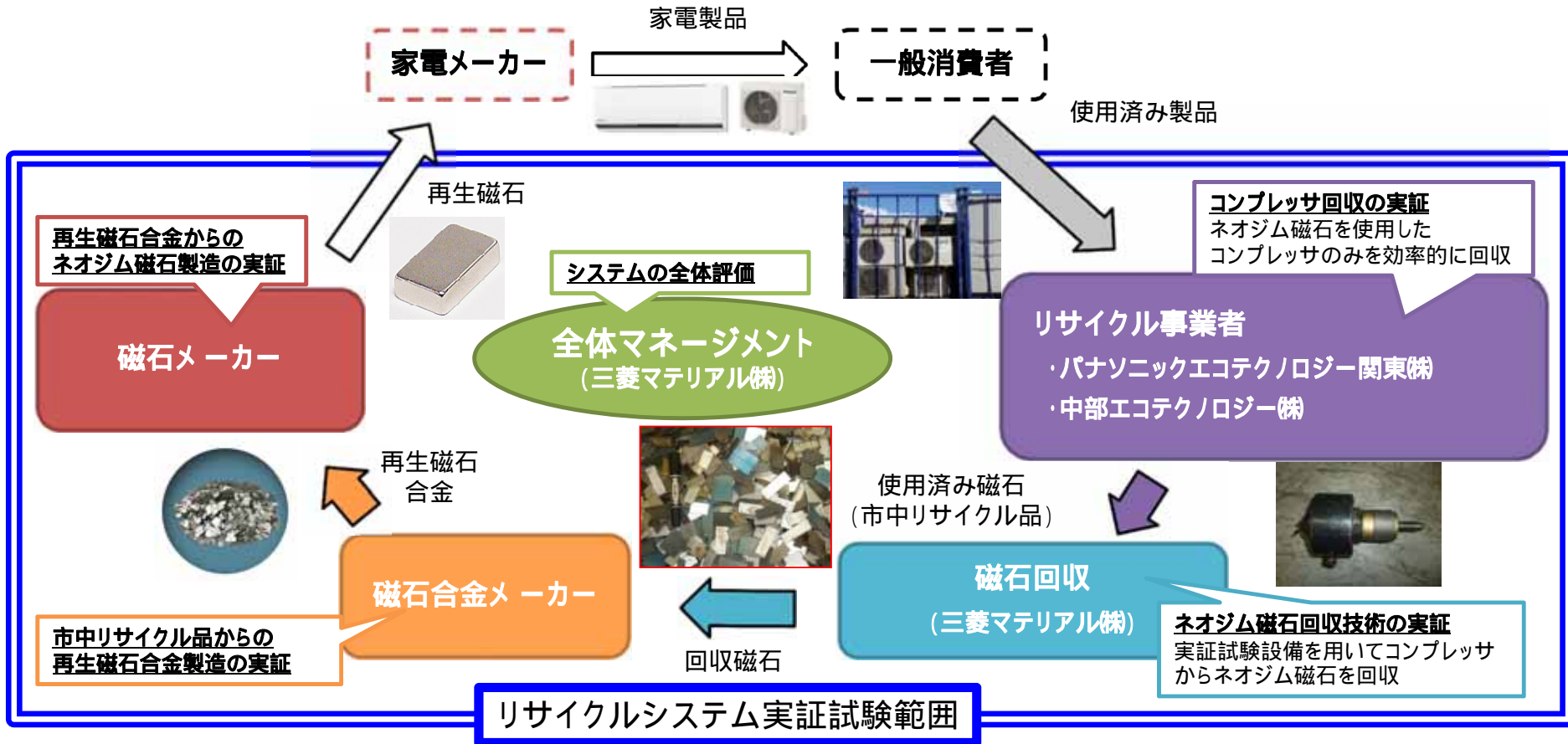
# ネオジム磁石のマテリアルフロー





# リサイクルシステムの構築に向けた取り組み

レアアース資源循環の輪を構築するプレーヤー（磁石合金メーカー、磁石メーカー）と協力体制を築き、  
**「市中リサイクル品を原料としたネオジム磁石製造のシステム実証」**  
（経済産業省 平成23年度助成事業を2年間実施）



# まとめ

## ネオジム磁石の回収

- ・現在、家電リサイクル工場で再商品化处理されている使用済みのエアコンの約18%にネオジム磁石が使用  
今後この使用比率は、製品への使用割合より、増加するものと予想
- ・リサイクルを効率的に実施するためには、ネオジム磁石使用製品の判別や磁石を取り出し易くするための製品設計が重要 → 将来的には、製品・部品への表示が必要

## リサイクル技術

- ・使用済み家電製品のエアコンのコンプレッサからネオジム磁石を回収できるリサイクルプロセスフローを構築し、実証試験設備(ロータ分離装置、加熱脱磁炉、ロータ分解装置、磁石回収装置)を製作  
→ パナソニックエコテクノロジー関東(株)にて実証試験設備を活用し、リサイクル事業者、磁石合金メーカー、磁石メーカーと連携し、リサイクル品を原料としたネオジム磁石リサイクルシステム実証を行い、実用化を検討  
→ リサイクル原料を用いて磁石を試作した結果、特性に問題なく磁石を製造できることを確認

## リサイクルシステムの必要性

- ・天然資源から磁石を製造した場合に比べてリサイクルをすることにより、環境負荷低減効果があることを確認  
→ 資源セキュリティの観点からもネオジム磁石のリサイクルシステムの構築が必要  
→ リサイクル原料が新たなレアアース供給資源として利用できる資源循環型社会システムの実現に近づけたい

本技術開発は、

平成22年度 NEDO 希少金属代替・削減技術実用化開発助成事業「使用済み家電製品からのネオジム磁石のリサイクル技術実用化開発」、  
平成23年度 経済産業省 希少金属使用量削減・代替技術開発設備整備費等補助金「市中リサイクル品を原料としたネオジム磁石製造システム実証」  
の助成を受けて実施したものであり、ここに深く感謝の意を表します。